

II-39 水ガラス系凝固剤による地下水の水質変動特性

千葉工業大学 正員 滝 和夫
 " " 岡 正義
 東京都衛生研究所 " 三村 秀一
 " " 樋口 育子

1. まえがき

近年、軟弱地帯での土木工事に薬液注入工法が用いられ、この薬液による環境への影響が社会的問題とされている。そこで、本報では、水ガラス系凝固剤を用いたフィールドにおける薬液の凝固前後での漏出および溶出が地下水の水質にどのように影響を及ぼすか、観測資料をもとに、統計的解析を試みた。

2. 解析データおよび方法

本報で用いた水質資料は、水ガラス系薬液注入工法による仙川小金井分水路工事に伴う地下水の水質について、昭和51年7月から22か月間、1週間ごとに採水・分析したものである¹⁾。採水地点は図1に示す観測井で、水質検査項目はPH、RPH、KMnO₄消費量、Cl⁻、総硬度、Na、SiO₂、M-アルカリ度の8項目、データ数は1井戸あたり各項目64個である。使用された水ガラス系地盤凝固剤(LW-1)は珪酸ナトリウム3号、普通ポルトランドセメントおよび水から出来ている。

解析には、同一地下水系にある観測井の中から水ガラス系凝固剤の漏出や溶出の影響を受けていない20号井と受けたと考えられる31号井の資料を用いた。これらの観測資料を基に、凝固剤による地下水の水質変化を図2のような解析手法によって明らかにすることとした。重回帰分析には、水ガラスに關係しないCl⁻およびKMnO₄を変量として、20号井のデータから次式の重回帰係数(α_i , β_i , δ_i)を求めた。

$$(X_m)_{ij} = \alpha_i (X_{cl})_j + \beta_i (X_{kmnO_4})_j + \delta_i \quad (1)$$

ここで、 i, j : 1番目の項目, j 番目のデータを表す添字, (X_m) : 計算値,

(X_{cl}) : Cl⁻の濃度, (X_{kmnO_4}) : KMnO₄消費量の濃度

また、凝固剤が地下水に影響を与えた量 X_{new} (以下、汚濁データと呼ぶ) は

$$(X_{new})_{ij} = (X_{31})_{ij} - (X_m)_{ij} \quad (2)$$

で求められる。ここで、 (X_{31}) は31号井の水質の観測値、 (X_m) は31号井のCl⁻およびKMnO₄消費量の値を(1)式に代入して得られた値である。

次に、クラスター分析によって、汚濁データの特性ごとのグループ分けを行なう。これによって、凝固剤の影響を受けたデータとそうでないものとに分けられると考えられる。ここで、クラスター分析には、水質項目間の独立性が必要であることから、汚濁データの主成分値を使用した。

最後に、水質項目と主成分因子との関係を明らかにするために、グループ分けされたデータをそれぞれに主成分分析・斜交回転を行なった。

3. 結果および考察

水ガラス系凝固剤による汚濁データの水質変動経緯を水質項目ごとに示したのが図4である。図より、総硬度の変動値のみに一部、負の値を示す特徴が見られる。このことは、凝固剤の注入によって、地下水中のPHが上昇し、Ca, Mgが水酸化物として沈殿したためと考えられる。その他の項目の変動値は正の値を示している。

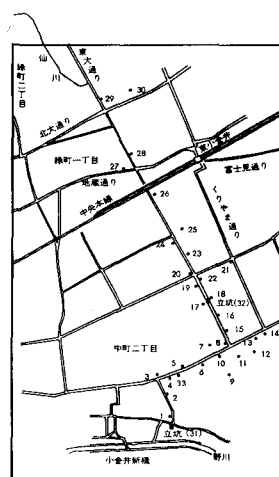


図1 採水地点概略図

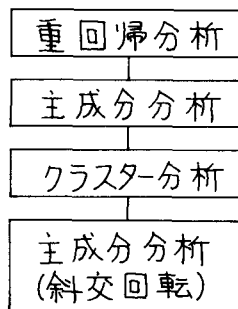


図2 解析のフロー

一方、汚濁データを主成分分析し、その結果をプロットしたのが図3である。図中の記号は主成分値をクラスター分析による凝固剤の《影響なし》、《あり》および《その他》のグループ分けを示している。ここで、汚濁データの Na 主成分までの累積寄与率は93%である。これらの図より、データは Na 、 SiO_2 、 M -アルカリ度が Na 1根元因子に最も寄与するようになり、その寄与率は59%に達する。そして、 Na 2根元因子には PH 、 RPH が、また、 Na 3根元因子には総硬度となることがわかる。ここで、 Na 3主成分までの累積寄与率は93%に達する。 Na 1、 Na 2主成分による表示は SiO_2 または M -アルカリ度と PH との2次元表示と一致する。

また、各水質項目が主成分軸へ寄与している程度は表1のとうりである。表中の数字は主成分分析によって得られた因子負荷行列を斜交回転させた結果である。凝固剤の影響を受けると、各主成分因子への寄与の程度は Na 、 SiO_2 、 M -アルカリ度が Na 1根元因子に最も寄与するようになり、その寄与率は59%に達する。そして、 Na 2根元因子には PH 、 RPH が、また、 Na 3根元因子には総硬度となることがわかる。ここで、 Na 3主成分までの累積寄与率は93%に達する。 Na 1、 Na 2主成分による表示は SiO_2 または M -アルカリ度と PH との2次元表示と一致する。

4. まとめ

水ガラス系凝固剤による地下水の水質変化を実際の資料をもとに解析を試みた。その結果は次のとうりである。

- (1) 凝固剤による地下水の水質汚濁量を水質変動経緯図として表示した。
- (2) 主成分値を用いたクラスター分析の結果は凝固剤による汚濁データを特性ごとに、明確にグループ分けしていると考えられる。
- (3) データの二次元表示には Na 1、 Na 2主成分値あるいは Na 1、 Na 3主成分値による方法が現象の把握に適している。

参考文献

- 1) 地盤凝固剤に関する調査研究、プロジェクト研究報告、S54.9、京都府環境

凝固剤の影響	根元因子 NO.	PH	RPH	総硬度	Na	SiO ₂	M-アルカリ
なし	1	0.296	-0.104	-0.223	0.908	0.910	0.655
	2	-0.646	-0.023	-0.858	0.338	-0.138	-0.629
	3	0.378	0.985	-0.058	0.090	-0.182	0.087
あり	1	0.037	0.489	0.098	0.954	0.975	0.927
	2	0.929	0.616	-0.120	0.096	-0.017	0.158
	3	-0.111	-0.069	0.972	-0.110	0.139	0.099
その他	1	0.222	0.157	-0.142	0.988	0.983	1.000
	2	-0.110	-0.418	0.320	-0.044	0.103	0.109
	3	0.851	0.826	0.938	-0.052	0.120	0.075

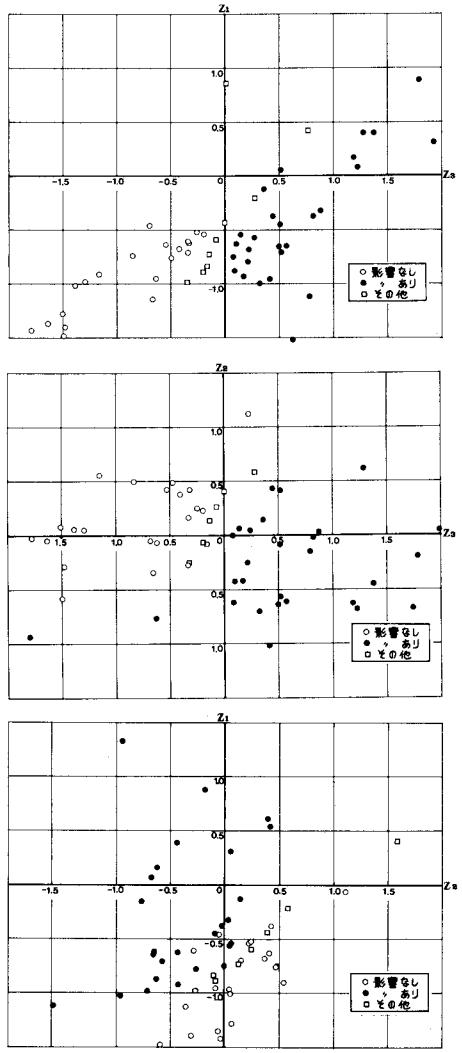


図3 凝固剤のみによる汚濁データの主成分値

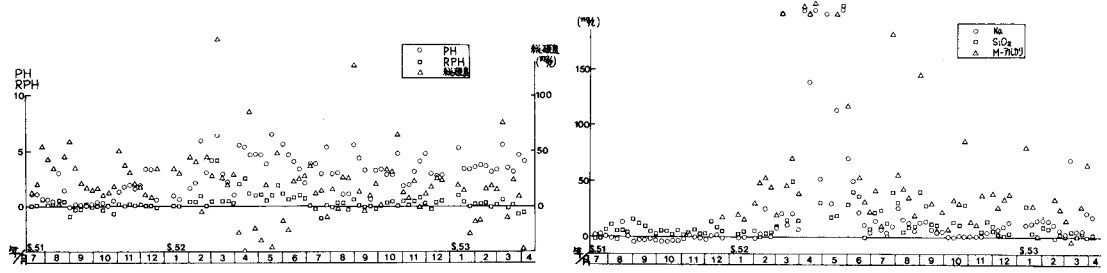


図4 水ガラス系凝固剤のみによる地下水の水質汚濁変動の経緯